UEBER DEN

GEOLOGISCHEN BAU

DER

ALPEN.

EIN VORTRAG

IM WISSENSCHAFTLICHEN VEREINE ZU BERLIN GEHALTEN
AM 20. MÄRZ

VON

ADOLPH SCHLAGINTWEIT.

MIT EINER COLORIRTEN TAFEL.

BERLIN, 1852.

VERLAG VON WILHELM HERTZ.
(BESSER'SCHE BUCHHANDLUNG.)

Mächtige Gebirge haben seit den ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit und das Interesse des Menschen erregt. Obgleich sie bei wissenschaftlichen Betrachtungen jenen Reiz des Wunderbaren verlieren, welchen der Mythus und die dichterische Phantasie ihnen verleihen, so gewinnen sie dennoch eine neue und erhöhte Bedeutung durch die Mannigfaltigkeit und Grossartigkeit der Probleme, welche sie dem forschenden Geiste des Menschen darbieten.

Man wird gefesselt durch den Anblick der ununterbrochenen Reihe von Kämmen und Gipfeln, und man forscht voll Staunen nach den Ursachen, welche die so verschiedenartigen Felsmassen zerrissen und emporgerichtet haben. Und nicht nur in Beziehung auf geologische Verhältnisse, welche uns heute zunächst beschäftigen werden, sondern auch für physikalische Untersuchungen sind hohe Gebirge von grosser Wichtigkeit.

Sie machen es möglich in die verschiedenen Schichten des Luftmeeres emporzusteigen, welches rings den Erdball umgibt, und hier vergleichende Beobachtungen über die physikalische und chemische Constitution der Atmosphäre anzustellen, oder die Wärmeverhältnisse derselben und ihren Zusammenhang mit jenen des festen Gesteines und des Erdinneren zu verfolgen.

Richtet man den Blick auf die Vegetation, so wird man überrascht durch die Mannigfaltigkeit neuer Formen und den grossen Contrast, welchen sie in verschiedenen Höhen darbieten. In dem Verlaufe weniger Stunden durch-

wandert man alle Veränderungen der Pflanzenwelt bis zu dem polaren Charakter der höchsten Gipfel, und umfasst so eine Reihe von Abstufungen des pflanzlichen Lebens, die sich in horizontaler Ausdehnung nur über viele Breitengrade, über weite Länderstrecken zerstreut finden.

Der Gebirgszug der Alpen, dessen wichtige geologische und physikalische Erscheinungen zuerst in Saussure's berühmten Arbeiten *) mit unübertrefflicher Genauigkeit geschildert wurden, erleidet in seiner Richtung eine grosse Biegung, welche selbst auf kleineren Karten deutlich hervortritt. Während der eine Schenkel, von dem Strande des Meeres bei Nizza bis nach Savoyen, von Süden nach Norden streicht, zieht der zweite weit grössere Theil von Südwesten nach Nordosten, nämlich vom Mont-Blanc bis nach Ungarn.

Man hat schon frühe das Bedürfniss gefühlt, dieses Bergsystem in verschiedene geographische Abtheilungen zu trennen; jedoch erst mit Hülfe der Geologie gelingt es, dasselbe in seine natürlichen Gruppen zu zerlegen, und auch ihre orographische Structur deutlich zu erkennen.

Es bestehen nämlich die Alpen nicht, wie man früher annahm, aus einer Reihe ununterbrochener, paralleler Ketten; man hat im Gegentheile gefunden, dass sie sich weit besser sowohl in orographischer als in geologischer Beziehung in verschiedene selbstständige Gruppen zerlegen lassen, welche durch ihr Ineinandergreifen das Relief des Gebirges bedingen. Diese Gruppen, deren Kenntniss man vorzüglich den unermüdlichen Beobachtungen Studer's [1]) verdankt, sind am schönsten und deutlichsten entwickelt in den centralen Theilen oder in der Mittelzone des Gebirges, welche aus crystallinischen Schiefern besteht, durchbrochen von verschiedenen granitischen Massen. Man trifft diese Gesteine, in welchen die bedeutendsten Erhe-

*) Horace-Bénédict de Saussure Voyages dans les Alpes. 4°. IV Vols. 1779—1796.

bungen liegen, sobald man die Alpen in irgend einem Theile, ihrer ganzen Breite nach, überschreitet.

An diese Mittelzone schliessen sich sowohl im Norden und Westen als auch im Süden die beiden Nebenzonen an, welche grösstentheils von neptunischen Gesteinen, von Kalksteinen, Sandsteinen und Schiefern gebildet werden. Sie senken sich gegen die reichen Ebenen hernieder, welche rings an dem Fusse des Gebirges sich ausbreiten.

Im Norden und im Westen begleiten diese Kalk- und Sandsteinmassen den Alpenzug ununterbrochen von Wien bis nach Marseille; sie bilden, aus einiger Entfernung gesehen, den regelmässigen Vorwall, über welchen sich die im Schneelichte weithin glänzenden Felsenhörner der Centralalpen erheben.

Anders ist es auf der Italien zugekehrten Seite des Gebirges. Die Zone der Kalksteine und Dolomite zieht hier von Osten her, aus den illyrischen und venetianischen Alpen, mit stets abnehmender Breite und Mächtigkeit bis an den Lago Maggiore, wo sie gänzlich aufhört, so dass die Schiefer der Mittelzone bis an den Rand des Gebirges reichen.

Begibt man sich z. B. weiter westlich über den alten Pass des Mont-Cenis aus Frankreich nach Piemont, so tritt man aus dem Gebiete des Gneiss und der crystallinischen Gesteine unmittelbar in die weite lombardische Ebene hinaus.

Erst südlich vom Monte Viso zeigen sich wieder Kalk- und Dolomitberge an der äusseren Umwallung des Gebirges.

Die Kenntniss der Höhenverhältnisse von so mannigfachen Bergreihen musste schon sehr frühe die Aufmerksamkeit der Geographen auf sich ziehen; aber es ist noch kein Jahrhundert verflossen, seit hierüber eine grössere Anzahl von Beobachtungen mit wissenschaftlicher Schärfe angestellt wurden.

Die Umgebungen des Mont-Blanc und des Monte Rosa sind jene Punkte, in welchen die bedeutendste Erhebung

stattgefunden hat, von hier weiter östlich gegen Tyrol und Kärnthen, ebenso wie nach Süden in den Cottischen und Meeralpen nimmt das Gebirge im allgemeinen an Höhe ab. Der Gipfel des Mont-Blanc erreicht eine Höhe von 14809 Pariser Fuss, während der Monte Rosa sowohl im Mittel der trigonometrischen Bestimmungen, als auch nach den barometrischen Beobachtungen, welche ich selbst in Gemeinschaft mit meinem Bruder auf dem Gipfel ausführen konnte, sich 14284 Fuss über das mittelländische Meer erhebt [2]).

Ich möchte Sie speciell darauf aufmerksam machen, dass die Gipfel der Alpen nicht etwa grosse, isolirte Kegel bilden, wie z. B. der Vesuv oder der Aetna, sondern dass sie vielmehr nur Theile der höchsten Kämme sind, über welche sie mehr oder weniger hervorragen.

Zwischen diesen Kämmen sind zahlreiche Thäler verzweigt, welche hier, wie in jedem Gebirge, theils Längenthäler, theils Querthäler sind. Mit dem Namen Längenthäler bezeichnet man jene tiefen weiten Einschnitte, welche die grossen Alpengruppen umgeben und parallel zur allgemeinen Richtung derselben verlaufen. Jedermann, welcher die Thäler der Rhone im Wallis oder des Inn und der Drau in Tyrol besucht hat, kennt den Charakter dieser weiten und allenthalben reich bebauten Alpenthäler.

Die Querthäler hingegen dringen in das Innere der hohen Gebirgsgruppen ein. Sie sind kürzer und steigen weit rascher an; eine ihrer vorzüglichsten Eigenthümlichkeiten, welche sogleich in die Augen fällt, ist die Abwechselung von langen und stärker geneigten Thalengen und Schluchten mit weiten flachen Becken, welche rings von hohen Bergen kesselartig eingeschlossen sind; ein höchst überraschendes und anziehendes Bild gewähren hier die grünen Thalflächen im Gegensatze zu den bewaldeten dunkelen Bergabhängen und den beschneiten Felsengipfeln im Hintergrunde. Aehnliche ausgedehnte Mulden zeigen sich sehr häufig auch an den obersten Enden der Thäler. Sie werden hier von den grossen

Schneeanhäufungen der Firnmeere erfüllt, welche für die Existenz der Gletscher so wesentlich sind. Aus ihnen schöpfen jene Eismassen ihren Vorrath, welche in die tieferen Thäler hinabziehen.

Das Profil des Möllthales, in Figur 1 der Tafel, zeigt das Ansteigen der Thalsohle eines Querthales und die Abwechselung der flachen Becken, mit den stärker geneigten Thalengen. Man sieht hier zugleich eine Erscheinung, welche in allen Alpenthälern wiederkehrt, dass nämlich das mittlere Gefälle des Bodens im allgemeinen steiler wird, je mehr man von der Mündung eines Thales gegen sein oberes Ende fortschreitet.

Diese Unterschiede der Neigung werden oft sehr bedeutend. Während das Wasser in den untersten Theilen der Thäler auf eine Entfernung von 1000 Fuss nur einen Fall von 4 bis etwa 14 Fuss hat, erlangt dasselbe in den höheren Theilen häufig 60 bis 80, ja wie im Möllthale selbst einen Fall von 100 bis 120 Fuss. Die Geschwindigkeit der Bäche wird dadurch sehr erhöht; sie wirken dann um so mächtiger auf die Zertrümmerung der Felsen und auf den Transport der Geschiebe.

Da ich eben einige Zahlen über das Gefälle der Thäler anführte, so darf ich Sie wohl einladen, mir noch etwas weiter zur allgemeinen Betrachtung der Neigungsverhältnisse der Bergabhänge und der freien Gipfel zu folgen. Die Neigung dieser Abdachungen bedingt vorzugsweise den Charakter und die äussere Form eines Gebirges, und gerade hierin ist man bei einer flüchtigen Betrachtung der Natur den mannigfachsten Täuschungen ausgesetzt.

Von den Kämmen, welche sich zu beiden Seiten eines Thales befinden, ziehen sich die Abhänge bald etwas sanfter geneigt, bald von steileren Stellen und Felsenwänden unterbrochen bis zur Thalsohle herab. Ungeachtet dieser verschiedenen Abwechselungen der Abdachung, welche so sehr den malerischen Eindruck eines Thales erhöhen, lassen sich doch auf grösseren Strecken sehr deutlich mittlere Nei-

gungen erkennen, welche in verschiedenen Gebirgen sehr constante Differenzen zeigen. Vor Allem mache ich Sie darauf aufmerksam, dass man besonders in hohen Gebirgen die Neigung der Berge für viel zu steil hält; direkte Messungen haben im Gegentheile gezeigt, dass die Abhänge zu beiden Seiten der Querthäler an den regelmässigen Stellen (mit Ausschluss der schluchtartigen Verengungen) eine mittlere Neigung von 35° sehr selten übersteigen.

Ja, in den weiten Längenthälern beträgt die Abdachung der Thalgehänge häufig nur 25 bis 20 Grade.

Die auffallendsten Ausnahmen von diesen regelmässigen mittleren Neigungen finden dann statt, wenn der Verlauf der Abhänge durch ausgedehnte Felsenwände unterbrochen wird. Aber selbst diese sind nicht so steil, als man sie mit freiem Auge gewöhnlich schätzt. Die grossartigen Felsenwände der Jungfrau, welche sich gegen das Grindelwaldthal herabsenken, oder jene am südlichen Absturz des Monte Rosa gegen den Gebirgskessel von Macugnaga, übersteigen auf grösseren Strecken nicht 70 bis 75°. Diese Neigung reicht hin, um auf den Beschauer den Eindruck eines fast ganz vertikalen Abfalles hervorzubringen.

Betrachtet man endlich in Beziehung auf ihre äussere Form die freien Felsengipfel, welche oft mehrere tausend Fuss über die Kämme emporragen, so bemerkt man, dass hier durchgängig die mittleren Neigungen weit bedeutender sind, als an den Thalgehängen. Die hohen Gipfel der Berner-Alpen, des Monte Rosa, des Mont-Blanc oder des Monte Viso fallen im Mittel nach allen Seiten mit Neigungen von 45 bis 50° ab, ja zuweilen findet man selbst 60 bis 65° [3]). Hiedurch entstehen die schlanken, kühnen Formen dieser Felsennadeln, welche sie im Gegensatze zu den tieferen Bergrücken so sehr auszeichnen.

Wegen der angeführten flachen Neigungen der Abhänge und der daraus hervorgehenden grossen Weite der Thäler selbst, befindet sich, wie Sie leicht einsehen werden, eine bedeutende Masse von Luft zwischen den einzelnen Berg-

ketten; die Gesammtmenge von festem Gesteine, welche an der Zusammensetzung des Alpengebirges Theil nimmt, ist daher weit geringer, als man bei einer blossen Betrachtung des äusseren Umfanges und der Höhe des Gebirges, ohne Rücksicht auf die zahlreichen weiten Thäler im Inneren desselben, voraussetzen würde.

Wie könnte man eine bessere Vorstellung von der Masse eines Gebirges erhalten als dadurch, dass man sich dasselbe gleichmässig über einen grossen Länderstrich ausgebreitet denkt und den Effekt betrachtet, welcher dadurch auf die Höhe dieser Ebenen hervorgebracht würde. Alexander von Humboldt hat so in seinen Untersuchungen über die mittlere Höhe der Continente*) durch Combination der zuverlässigsten Daten gefunden, dass die Alpen, auf Europa verbreitet (304000 □Meilen), die Oberfläche derselben um 3,5 Toisen = 21 Par. Fuss erhöhen würden, während z. B. die Wirkung der Pyrenäen kaum 1 Toise betragen würde.

Mit der Form und Anordnung der Thäler hängt auf's innigste die Lage der Pässe zusammen. Es sind dieses jene oft sehr bedeutenden Depressionen der Kämme, welche sich da befinden, wo die hinteren Enden zweier entgegengesetzt auslaufenden Thäler zusammenstossen. Die grösseren Alpenpässe, welche meist zwischen 5000 und 7000 Fuss liegen, bilden daher tiefe Zerspaltungen der Bergmassen, die seit den berühmten Heereszügen Hannibals und jenen der römischen Legionen für die Communikation und für den Verkehr der Völker von grösster Wichtigkeit waren. Es ist häufig die irrige Ansicht verbreitet, dass man auf der Höhe eines solchen Passes angelangt, eine umfassende und belehrende Uebersicht der Gebirgszüge zu beiden Seiten geniessen müsse. Aehnliches ist allerdings zuweilen in kleineren Gebirgen der Fall, in welchen die Kämme durch ganz

*) Central-Asien. Untersuchungen über die Gebirgsketten und die vergleichende Climatologie von Alex. von Humboldt; deutsche Ausgabe von W. Mahlmann. 1844. Bd. I, S. 120—133.

einfache, breite, oben ebene Bergrücken gebildet werden. In den Alpen jedoch ragen neben den Hauptpässen noch Bergzüge von 3000 ja 6000 Fuss empor, welche nur selten einen etwas freieren Ueberblick gestatten.

Ausser den tiefer liegenden, fahrbaren Alpenpässen, z. B. dem Gotthard, dem Simplon, Mont-Cenis oder dem Brenner, giebt es noch einige weniger bedeutende Einschnitte an den höchsten Kämmen. Die Höhe dieser beschneiten und vergletscherten Pässe der Hochalpen ist abhängig von der mittleren Erhebung einer Gebirgsgruppe im allgemeinen. Der höchste derselben in dem Gebiete der Alpen ist das Weissthor, in der Nähe des Monte Rosa, bei 11138 Par. Fuss, hierauf folgt, in der Mont-Blanc-Gruppe, der Col du Géant 10553 Fuss. Sobald sich die Höhe der Gipfel vermindert, sinkt auch jene der Hochalpenpässe herab.

Dieses schöne Verhältniss zwischen der mittleren Erhebung einer Bergmasse und zwischen der Höhe einzelner Theile derselben, z. B. der Gipfel, Kämme, Pässe oder der Thalsohlen, wurde zuerst von Alexander von Humboldt durch zahlreiche Beispiele in beiden Hemisphären erläutert.

Von besonderem Interesse scheint es mir die bedeutende Höhe der Thalsohlen in jenen Alpengruppen zu erwähnen, in welchen die grösste Massenerhebung stattgefunden hat. Das schöne Thalbecken von Zermatt (5086′), am nördlichen Fusse des Monte Rosa (Fig. 4), liegt nur einige hundert Fuss tiefer als der freie, isolirte Gipfel des Rigi, ja mehrere kleine, einsame Dörfer erreichen in dem obengenannten Gebirgsstocke ebenso wie im Engadin und in der Oetzthalergletscher-Gruppe Tyrols 5800 und 6000 Fuss; der regelmässige Charakter dieser Thäler würde nicht vermuthen lassen, dass man in gleicher Höhe mit den Bergspitzen an den beiden Rändern des Gebirges steht, wenn nicht die Veränderungen der Vegetation und das allmählige Aufhören der schönen Coniferenwaldungen uns darauf aufmerksam machen würden, dass wir bereits in die

oberen, kälteren Schichten der Atmosphäre emporgestiegen sind. —

Bei Betrachtung der oft so regelmässigen Formen der Gebirgszüge und Thäler, welche mit gleichem Typus in den verschiedenen Theilen der Alpen wiederkehren, muss sich wohl dem Geologen die Frage nach den Ursachen aufdrängen, welche diese Erscheinungen und überhaupt die gegenwärtige Gestalt der Erdoberfläche hervorgebracht haben.

Man ist durch fortgesetzte Untersuchungen zu dem Resultate gelangt, dass dieselben durch innere, aufrichtende Kräfte bedingt wurden, während man in früheren geologischen Systemen, z. B. in jenen von Buffon und Werner, die Erosion durch Flüsse und durch heftige Meeresströmungen als die vorzüglichste Ursache der Thal- und Gebirgsbildung ansah. Aber wie sollte ein Alpenthal von dem Gipfel des Mont-Blanc bis herab nach Chamounix durch die Gewalt des Wassers ausgehöhlt worden sein, wie könnte durch die Erosion jener stete Wechsel von weiten Thalbecken mit schluchtartigen Verengungen hervorgebracht werden?

Das wichtigste Moment zur Untersuchung der Gebirgsbildung ist im Gegentheile die Stellung der Felsschichten. Während dieselben in den Ebenen nahezu horizontal ausgebreitet sind, sieht man die gleichen Felsbänke in den Gebirgen aus ihrer früheren Stellung verrückt und steil emporgerichtet.

Die Beobachtung dieser Lagerungsverhältnisse hat nicht nur gezeigt, dass die Berge und Thäler durch Hebungen und Senkungen des Bodens entstanden sind, sie hat die Geologen auch zu dem glücklichen Versuche geführt, jene Epoche in der Geschichte unserer Erde festzustellen, während welcher ein bestimmtes Gebirge emporstieg aus der Ebene des flachen Landes oder aus der Tiefe des Meeresgrundes*).

*) Vergl. vorzüglich: Ueber das relative Alter der Gebirgszüge von

Sie werden vielleicht mit Ueberraschung vernehmen, dass durchaus nicht sämmtliche Gebirge zu gleicher Zeit entstanden sind, sondern dass im Gegentheile einige schon seit sehr frühen geologischen Epochen inselartig aus dem Meere emporragten, während andere erst in verhältnissmässig neuer Zeit, ja nicht lange vor dem gegenwärtigen Zustande der Erdoberfläche emporgerichtet wurden.

Für die Alpen hat sich dabei ergeben, dass die Aufrichtung und Bildung dieses grossen Gebirgssystems in seiner jetzigen Gestalt erst in sehr später Zeit erfolgt war, indem alle Schichten bis auf jene der Tertiärzeit herab hier steil emporgehoben sind, während an manchen anderen Punkten, z. B. in den Vogesen, im Hundsrück und in Nord-England nur die ältesten Schichten zu Bergketten aufgerichtet sind, hingegen alle neueren von diesen Hebungsprozessen unberührt blieben und horizontal am Fusse der Gebirge abgelagert wurden.

Gestatten Sie mir jetzt, ehe wir specieller die Natur und Zusammensetzung der verschiedenen Felsarten betrachten, Sie daran zu erinnern, dass alle Gesteine, welche die feste Rinde des Erdballes bilden, in zwei grosse Classen zerfallen. Die einen liegen schichtenförmig übereinander, sie wurden durch Absatz der im Wasser schwebenden festen Theilchen gebildet. Es sind Kalksteine, Sandsteine und Mergel, welche man Sedimentgesteine oder auch neptunische Bildungen nennt. Die zweite Classe der Gesteine besteht aus mehr crystallinischen innig gemengten Bestandtheilen, welche nicht durch Niederschlag aus Wasser sich zu Felsmassen in ihrer jetzigen Form vereinigt haben; dieselben sind weit härter, man nennt sie Massengesteine, Primitivgesteine, oder auch zum Theil plutonische Felsarten. Manche derselben, z. B. die Laven, Basalte und Porphyre

---

Élie de Beaumont. Annales des sciences naturelles T. XVIII u. XIX, 1829 u. 1830; und Bulletin de la société géologique de France, 1847.

wurden offenbar auf feuerflüssigem Wege gebildet; sie haben sich zwischen die Sedimentschichten eingedrängt und dieselben mannigfach erhoben.

Die crystallinischen Gesteine, Granit, Gneiss und Schiefer, bilden, wie ich bereits früher erwähnte, die Mittelzone und die höchsten Theile der Alpen.

Um Ihnen den inneren Bau dieser interessanten Centralmassen etwas näher zu erläutern, ist in Fig. 3 und Fig. 4 der Tafel ein Gebirgsdurchschnitt des Mont-Blanc und des Monte Rosa entworfen.

Die Gruppe des Mont-Blanc ist vorzugsweise durch ihre Regelmässigkeit ausgezeichnet. Sie wird überall von tiefen Thälern und Passeinsenkungen umschlossen, während sich im Innern der Granit und Gneiss (auf dem Profile mit Roth bezeichnet) bis zum Gipfel des Mont-Blanc erhebt. Sehr merkwürdig ist die fächerförmige Stellung der Gneisstafeln. In der Mitte stehen sie vertikal; indem sie sich davon entfernen, nehmen sie stets geringere Neigungen an, bis sie zuletzt mit dem Schiefer und Kalk zusammenstossen, welcher auf diese Weise unter die granitischen Gesteine zu liegen kömmt.

Um sich den Grund dieser Erscheinung klar zu machen, muss man annehmen, dass von dem Mittelpunkte der beiden granitischen Massen aus, von dem Mont-Blanc und von den Aiguilles Rouges, ein sehr bedeutender Druck nach den Rändern zu ausgeübt wurde; es mussten dann nothwendig die dazwischen liegenden (mit Blau bezeichneten) Kalksteine abgebogen und gewaltsam zusammengepresst werden. Aus ihnen besteht jetzt die Sohle der beiden Thäler von Chamounix und von Val Ferret, während überall in der Höhe die vertikalen Tafeln des Gneisses und der Granit jene steilen scharfen Felsennadeln bilden, welche nirgends in den Alpen in so grosser Anzahl auftreten. Erst an der Aussenseite der Granitmassen sieht man die Schiefer und Kalksteine in regelmässiger Folge und ungestört über dem Granit liegen.

Wie ganz verschieden gestalten sich hingegen die Lagerungsverhältnisse am Monte Rosa. Man findet hier ebenfalls eine centrale Masse aus Gneiss bestehend, aber statt der steilen Stellung und fächerförmigen Anordnung der Schichten am Mont-Blanc zeigt sich hier in grossartigem Maassstabe eine gewölbeartige Biegung derselben.

An der nördlichen Seite, im Wallis, fallen die Gneisslager stets nach Nordwesten; je mehr man von hier nach dem höchsten Kamme fortschreitet, desto flacher werden die Winkel, bis zuletzt die Schichten stellenweise ganz horizontal liegen und endlich in Piemont nach der entgegengesetzten Richtung, nämlich gegen Süden sich neigen. Diese Structur des Gebirges kann man allenthalben bis zu den höchsten Gipfeln deutlich verfolgen. Ja, auch noch auf grössere Entfernung in den umgebenden Bergzügen ist die Wirkung dieser gewölbeartigen Biegung der Felsschichten wohl erkennbar.

Die grauen und grünen Schiefer, welche vereint mit einer dunkelgrünen Felsart, dem Serpentin, rings um den centralen Kern von Gneiss in so interessanten Wechselbeziehungen auftreten, schliessen sich genau an die Fallrichtung der Gneisslager an; ihre Schichten neigen sich ebenso wie diese auf der nördlichen und südlichen Seite nach entgegengesetzten Richtungen.

Ich beeile mich jetzt einer falschen Ansicht entgegenzutreten, welche vielleicht die Betrachtung dieser Profile hervorrufen könnte; nämlich jener Vorstellung, als ob stets die höchsten Kämme und Gipfel der Alpen auf ganz ähnliche Weise durch Granit und Gneiss gebildet sein müssten. Obgleich an manchen Punkten, z. B. in der Gruppe des Finsteraarhorns oder in jener des Gotthard, nach den Beobachtungen der vortrefflichen Schweizer Geologen, Studer, Arnold Escher von der Linth und Lardy analoge Verhältnisse vorkommen, wobei ebenfalls Granit und Gneiss mit steiler, fächerförmiger Schichtenstellung sich zeigen, so setzen doch an anderen Punkten der Alpen, z. B. in den

östlichen Theilen von Tyrol und in Kärnthen, zuweilen graue kalkhaltige Glimmerschiefer und Chloritschiefer das Gebirge fast ausschliesslich zusammen, und diese Gesteine findet man noch in den höchsten Theilen dieser Bergzüge, bis zum Gipfel des Grossglockners, während einzelne Gneisspartieen untergeordnet und ohne vorherrschenden Einfluss auf die orographische Constitution des Gebirges auftreten.

An diese crystallinischen Schiefer schliesen sich nun breite Züge sedimentärer Kalk- und Sandsteinmassen an.

Will man auf eine nähere Untersuchung derselben eingehen, so ist es vor Allem nothwendig, die organischen Reste, nämlich die versteinerten Thiere und Pflanzen zu studiren, welche sich in den verschiedenen Gesteinschichten finden. Man zerlegt nämlich, nach den organischen Einschlüssen, die Gesammtmasse der aus dem Wasser abgesetzten Gesteine in verschiedene grosse Abtheilungen oder geologische Formationen; in jeder derselben sind bedeutende Veränderungen der Thier- und der Pflanzenwelt, und überhaupt des physikalischen Zustandes der Erdoberfläche vor sich gegangen. Die Thiere, welche in den ehemaligen Meeren und Seen oder an ihren Ufern lebten, wurden nach ihrem Tode in die Schlammablagerungen eingeschlossen, die sich fortwährend am Boden der Wasserbecken bildeten, und so blieben ihre festeren Theile, z. B. die kalkigen Schalen der Muscheln und der Schnecken oder die Gerippe der Säugethiere, wohl erhalten, der Nachwelt aufbewahrt. Indem man die Thiere dieser früheren geologischen Perioden aus dem Innern der Felsschichten hervorzog und dieselben nach dem Vorgange des berühmten Cuvier mit jenen der Jetztzeit zu einem grossen Ganzen vereinigte, erhielt man ein weit vollständigeres System des Thierreiches, in welchem zahlreiche sehr interessante Uebergänge zwischen verschiedenen Thierklassen sich fanden. Ein entsprechendes Resultat ergab sich durch das vergleichende Studium der versteinerten Pflanzen.

In den Alpen hat die Untersuchung dieser Versteinerungen gezeigt, dass viele der Gesteine, welche selbst hohe Ketten zusammensetzen, nur einer ziemlich neuen Epoche in der Bildungsgeschichte unserer Erde angehören, während man noch am Anfange dieses Jahrhunderts, wo die Felsarten hauptsächlich nach den äusseren, mineralogischen und physikalischen Kennzeichen, z. B. nach ihrer Härte, Farbe und Dichtigkeit classificirt wurden, die Alpenkalke und Sandsteine zu den ältesten Formationen, ja theilweise selbst zu dem damals sogenannten Urkalksteine rechnete. Es ist überhaupt eine eigenthümliche, mit der Bildungsgeschichte und Aufrichtung dieser Bergmassen zusammenhängende Erscheinung, dass alle Gesteine hier eine weit grössere Härte und eine mehr crystallinische Beschaffenheit haben, als dieselben Formationen in kleineren Gebirgen, in welchen nur die älteren, in der Tiefe liegenden Felsarten eine gleiche Zusammensetzung und Structur besitzen. Es war daher von grosser Wichtigkeit, als später, zuerst durch Alexander Brogniart, Buckland und Bakewell in vielen dieser so harten Kalksteine eine bedeutende Anzahl von Thierresten entdeckt wurde, welche sie mit grosser Bestimmtheit und Deutlichkeit genau in dieselbe Entstehungsepoche mit anderen ziemlich neuen Ablagerungen versetzte, die in den Gebirgen Englands und Deutschlands oder in dem grossen tertiären Becken von Paris von sehr wenig festen, thonigen und sandigen Bestandtheilen gebildet werden.

Die grossen geologischen Formationen, welche bis jetzt auf der Erdoberfläche unterschieden wurden, lassen sich auch mehr oder minder vollständig in dem Gebiete der Alpen nachweisen. Die Uebergangsformation, (oder die paläozoischen Bildungen), aus jenen Ablagerungen bestehend, welche in den Meeren der Urwelt erfolgten, nachdem zuerst Thiere auf der Erdoberfläche erschienen waren, ist in der Form schwarzer Schiefer und dunkler Kalksteine ziemlich verbreitet in den östlichen Alpen, in Steiermark und Salzburg, während es sehr auffallend ist, dass

sie in den westlichen Alpen noch nirgends aufgefunden wurde.

Die so bekannte Steinkohlenformation, in welcher durch die Anhäufung der Stämme von riesigen Farren, Equisetaceen u. s. w. die grossen Kohlenmassen im Innern der Erde aufgespeichert wurden, ist in den westlichen Alpen, in Savoyen und in der Tarentaise, durch ausgedehnte Felsschichten vertreten, welche, wie es scheint, gemäss den darin eingeschlossenen Pflanzenresten wohl zur Steinkohlenperiode gerechnet werden dürften. Auch in den östlichen Alpen wurde diese Formation neuerdings durch A. von Morlot und durch Unger an einigen Punkten nachgewiesen*).

Die dritte grosse Gesteingruppe, jene der Triasperiode, obgleich gegenwärtig in zahlreichen kleineren Partieen aufgefunden, ist vorzugsweise in den südlichen Alpen entwickelt. Hier sind die Mergel und Kalksteine dieser Formation mit mächtigen Massen von Dolomit vereiniget, einer gelblich-weissen Felsart, welche durch ihre bizarren Formen und die ausgedehnten steilen Felswände schon aus weiter Ferne erkennbar ist.

Das Interresse dieser Gebirge wird erhöht durch das Auftreten von Melaphyr und Porphyr, welche bei ihrer Bildung feuerflüssig waren und die regelmässige Lage der anderen Gesteine vielfach gestört haben. Es gehörte das Genie und die Beharrlichkeit des grössten Geologen unserer Zeit dazu, um diese so verwickelten Erscheinungen in ein helles Licht zu setzen. Leopold von Buch, welchem man, seit Saussure die wissenschaftliche Kenntniss der Alpen begründete, die wichtigsten Entdeckungen in der Geologie derselben verdankt, hat zuerst diese Lagerungsverhältnisse klar erkannt und dieselben vom südlichen Tyrol bis an die Ufer des Luganer-See's und des Lago Maggiore verfolgt, in deren

*) Vergl. F. v. Hauer, über die Gliederung der geschichteten Gebirgsbildungen in den östlichen Alpen und den Karpathen. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Februar 1850.

reizenden Umgebungen sich die mannigfache Abwechselung der Gesteinarten und das Durchsetzen der Sedimentschichten durch eruptive Porphyre und Melaphyre auf das schönste beobachten lässt.

Die grösste Ausbreitung unter den Sedimentgesteinen der Alpen besitzen jedoch die Jura- und die Kreideformation. Wer sollte bei dem Namen Kreideformation nicht an die weissen Kreidefelsen der Insel Rügen oder an jene der englischen Küste bei Dover denken, deren steile Klippen so schön mit den blauen Fluthen des Meeres, das sie bespült, contrastiren. Aber man darf nicht glauben, dass die Formation überall diese nur äusserlichen Kennzeichen behält. In den Alpen z. B. ist sie häufig aus dunklen sandigen Kalksteinen und aus schwarzen Mergeln gebildet, in denen nichts als die gleichen Petrefakte uns von der Identität mit den schönen Gesteinen der Nord- und Ostsee-Küste überzeugen kann.

Mit diesen Felsmassen nimmt an der Zusammensetzung der hohen Alpenzüge noch das unterste Glied der Tertiärformation, auch Eocenformation genannt, Theil. Sehr bemerkenswerth ist, dass diese letzteren Ablagerungen hier vorzugsweise durch eine grosse Anzahl kleiner Thiergehäuschen, der Nummuliten, charakterisirt werden. Ihr geologisches Alter konnte erst in neuerer Zeit mit Sicherheit festgestellt werden, vorzüglich durch die Bemühungen von Sir Roderick Impey Murchison. Es war dies um so wichtiger, da die Nummulitengesteine nicht nur in den Alpen, sondern auch in den Karpathen und den Apenninen verbreitet sind, ja sich durch Kleinasien bis in die Hochgebirge des Himalaya fortsetzen.

Die verschiedenen bis jetzt erwähnten sedimentären Formationen steigen am Rande des Gebirges rasch zu Ketten von 6000 bis 9000 Fuss Höhe empor. Sie werden grossentheils begleitet von kleineren Hügeln, welche der mittleren und theilweise der oberen Tertiärformation angehörend, ein sehr wesentliches Glied des Alpensystemes bilden.

Sie bestehen theils aus feinkörnigen Sandsteinlagern, Molasse genannt, theils aus grossen Conglomeratmassen, d. h. aus Rollstücken, welche durch ein mergeliges und sandiges Cement, ähnlich wie Bausteine durch Mörtel, zu einem festen und harten Felsen verkittet werden. Am Rigi oder in den Umgebungen von Zürich trifft man allenthalben dieses Gestein, welches mit dem Namen Nagelflue bezeichnet wird.

In den östlichen Alpen setzen die tertiären Gebilde weniger hohe Hügelzüge zusammen, sie füllen ehemalige Meerbusen an den Ufern der älteren Gebirge aus. Wien liegt in einem dieser schönen Becken von grosser Ausdehnung, welches sich auf der einen Seite an die Alpen, auf der andern an die Karpathen anlegend, diese beiden in ihrer geologischen Structur ohnedies so analogen Gebirge noch näher verbindet.

In den westlichen Alpen hingegen, in der Schweiz und in Savoyen erlangen die tertiären Gesteine, besonders die so eigenthümliche grobkörnige Nagelflue, eine weit grössere Mächtigkeit; sie bilden theilweise noch selbstständige Bergketten, und einige Punkte derselben, welche sich isolirt gegenüber dem Hauptalpenzuge erheben, gewähren dann, wie der mit Recht berühmte Rigi oder der Hütliberg bei Zürich, eine höchst belehrende und durch ihre Gegensätze so anziehende Uebersicht über die reichen Ebenen am Fusse der Alpen auf der einen, und über die majestätische Reihe der Gipfel des Hochgebirges auf der anderen Seite.

Zwischen den Sandsteinen und Conglomeratmassen finden sich an verschiedenen Punkten zahlreiche Pflanzenreste eingelagert, die Braunkohlen oder Lignite*), welche, wie ich kaum zu erwähnen brauche, sehr verschieden sind von den

*) Vergl. L. v. Buch über die Lagerung der Braunkohlen in Europa; Monatsberichte der Berliner Akademie, Nov. 1851.

weit älteren Steinkohlen. Diese Braunkohlen-Ablagerungen haben sich gebildet, indem die Bäume jener Wälder, welche auf den Höhen wuchsen, in die Tiefe der Wasserbecken geführt wurden.

Später haben neue Veränderungen der Erdoberfläche jene reiche Vegetation zerstört, und man findet gegenwärtig nur noch in den wärmeren Zonen ähnliche Pflanzenformen. Ihr Vorkommen in den Braunkohlen-Ablagerungen der Alpen beweist, ebenso wie die Arten der Thiere, deren Reste in den Felsschichten eingeschlossen sind, dass damals in diesen Theilen Europa's noch ein wärmeres Clima, ungefähr ähnlich jenem der Tropenländer, geherrscht haben muss. Ich lenke Ihre Aufmerksamkeit auf dieses Factum, um Sie an ein allgemeines und wichtiges Gesetz zu erinnern, welches sich durch das Studium der fossilen Thiere und Pflanzen ergeben hat, nämlich daran, dass in den älteren geologischen Perioden gleichmässig über die ganze Erde bis in die Polarzonen ein warmes Clima verbreitet war, welches sich allmählig immer mehr unseren jetzigen Temperaturzuständen und ihrer so ungleichen Vertheilung zwischen den Polen und dem Aequator näherte.

Die ganze Reihe der Formationen, welche wir so eben in rascher Folge betrachtet haben, ist bei ihrer ersten Bildung, da sie stets durch Absatz der im Wasser schwebenden Theilchen am Boden der Meere entstand, nahezu horizontal aufgeschichtet gewesen.

Wie verschieden ist ihre jetzige Stellung von der damaligen Lage. Die Schichten wurden gehoben, und sie befinden sich in sehr steilen, ja zuweilen fast vertikalen Stellungen; überdies wurden häufig in grossem und kleinem Maassstabe sehr überraschende Biegungen und Faltungen hervorgebracht. Diese merkwürdigen Abwechselungen der Schichtenstellung zeigen sich sehr vielfach in den Umgebungen des Vierwaldstädter See's. In Fig. 2 der Tafel ist ein Beispiel derselben gegeben. Schon an den äusseren

Flächen der Bergzüge und an den kahlen Felswänden der Ufer sind hier diese verwickelten Lagerungsverhältnisse erkennbar.

Eine der interessantesten Erscheinungen bemerkt man, wenn man aus den vielfach gewundenen Kalkmassen weiter nach Norden gegen die Nagelfluebänke des Rigi fortschreitet. Man sieht, dass diese tertiären Gesteine dem Beobachter entgegen-, also gegen das Innere des Alpenzuges einfallen, wodurch dieselben in ihrem weiteren Verlaufe unter die Kalkberge einschiessen, und so gleichsam ihre Unterlage bilden müssten. Diese Kalklager sind aber auf das entschiedenste älteren Ursprunges als die Gesteine des Rigi; es würde also hier sonderbarer Weise das ältere Gestein über dem jüngeren liegen. Dieselbe Erscheinung kann man in einem grossen Theil der nördlichen Schweiz stets da beobachten, wo die tertiären Gesteine mit den älteren zusammenstossen; ja selbst im Innern der Alpen sind ähnliche unregelmässige Ueberlagerungen durch sorgfältige und wiederholte Beobachtungen an verschiedenen Punkten ausser allen Zweifel gestellt. Sie entstanden dadurch, dass die älteren Formationen durch einen sehr starken seitlichen Druck, welcher theilweise von den granitischen Centralmassen ausging, über die an ihrem Fusse gelagerten jüngeren Gebilde gewaltsam herübergeschoben wurden, so dass die letzteren jetzt auf kurze Distanz unter ihnen liegend erscheinen. Es ist dieses derselbe Druck, dessen mächtige Wirkungen sich auch in den zahlreichen Faltungen der Kalk- und Sandsteinschichten geäussert haben.

Rings um das Alpensystem sind weite Ebenen ausgebreitet, in der Provence, der Lombardei, der Schweiz, in Baiern und Oesterreich, welche erfüllt mit Schutt und den neueren Alluvionen der Flüsse, Zeugniss geben von der Gewalt der Alpengewässer und von der stets fortdauernden Verwitterung und Zerstörung der Felsen im Innern des Gebirges. Es werden so die Gesteine der hohen Alpenkämme

allmählig in die Tiefe geführt, und sie bilden hier an dem Boden der grossen Alpenseen oder längs den Ufern der Flüsse neuerdings horizontale Ablagerungen.

In diesen Ebenen zeigt sich noch eine andere, sehr interessante Erscheinung, nämlich jene der erratischen Blöcke oder der Wanderblöcke.

Es sind dieses meistens grosse scharfkantige Blöcke crystallinischer Schiefergesteine, welche, wie man deutlich nachweisen kann, aus den centralen Alpenketten stammen und jetzt viele Meilen von ihrem Ursprunge entfernt, allenthalben in dem Innern der Thäler, in der ebenen Schweiz, ja bis weit hinauf an den Abhängen des gegenüberstehenden Juragebirges verbreitet sind. Ihre Lage und ihre scharfen Ecken und Kanten beweisen, dass es auf keinen Fall Flussgerölle im gewöhnlichen Sinne des Wortes sein können*). Vielen von Ihnen dürfte jene Ansicht bekannt sein, welche von Charpentier und Agassiz vorgetragen wurde; dieselben nahmen an, dass diese räthselhaften Blöcke durch ungeheuere Gletscher, die einen grossen Theil der Erdoberfläche bedeckten, an ihre jetzigen Standorte transportirt worden seien.

Es lassen sich jedoch gegen eine so bedeutende temporäre Abkühlung der Erdoberfläche, wie sie zum Zwecke dieser Ansicht vorausgesetzt wurde, aus den physikalischen und astronomischen Erfahrungen manche wichtige Bedenken anführen.

Unter den direkten Beweisen, welche man für die frühere Anwesenheit von Gletschern an Punkten, die von der jetzigen Gletscherregion der Centralalpen weit entfernt liegen, aufzustellen suchte, war der bedeutendste das Vorhandensein von glatt abgeschliffenen und mit parallelen feinen Streifungen versehenen Felsen. An den Ufern der Glet-

---

*) Ich darf wohl speciell bemerken, dass es mir hier nur möglich ist einige der allgemeinsten Punkte des so verwickelten Phänomens der erratischen Blöcke zu berühren.

scher nämlich bemerkt man stets dieses interessante Phänomen. Es wird dadurch hervorgebracht, dass der feine Sand, welcher sich an der Unterfläche aller Gletscher befindet, durch den Druck der grossen Eismassen stark gegen die darunterliegenden Felsen gepresst wird, deren Unebenheiten daher bei der Bewegung des Gletschers abgeschliffen werden müssen, während zugleich der Sand eine Reihe feiner Streifungen, parallel der Richtung der Bewegung, zurücklässt.

Man kann jedoch bei näherer Untersuchung verschiedene andere Ursachen auffinden, welche ebenfalls ähnliche Erscheinungen hervorbringen. Vorzugsweise möchte ich hier hervorheben, dass der Granit und Gneiss der Alpen sehr häufig grosse schalige Absonderungen bildet, welche in verschiedenen concentrischen Lagen sich bedecken. Bei diesen kugeligen Absonderungen zeigen nun alle Schalen, bis auf die tieferen Lagen hinab, an ihrer Oberfläche eine schöne Glättung, welche, wie man deutlich sieht, in diesen Fällen nicht von Gletschern bewirkt sein kann.

Die Glättung scheint vielmehr theils mit der Art und Weise der schaligen Absonderung selbst zusammenzuhängen, theils auch durch eine Verschiebung der einzelnen Schalen entstanden zu sein, wodurch zugleich jene Streifung und jene Ritzen hervorgebracht wurden, welche sich an denselben stets mehr oder minder deutlich beobachten lassen.

Leopold von Buch hat zuerst die Wichtigkeit dieser geglätteten schaligen Absonderungen sowohl in Schweden als in den Alpen gezeigt*). — In den letzteren lassen sich dieselben allenthalben in den Granit- und Gneissmassen des Berner Oberlandes, ebenso wie in jenen der Savoyischen Alpen und des Monte Rosa verfolgen. An den kahlen Felsenwänden, in der südlichen Abdachung dieses Gebirgsstockes, sind die Schalen in grossartiger und sehr belehrender Weise

*) Ueber Granit und Gneiss; Abhandlungen der Berliner Akademie für 1842.

dem Beobachter blossgelegt; sie zeigten hier in einigen Bergwerken, noch mehr als hundert Fuss von der Oberfläche entfernt, genau dieselbe merkwürdige Glättung und Streifung, welche an der Aussenseite der Berge und in der Nähe von Eismassen so leicht für die unmittelbare Wirkung der Gletscher gehalten werden könnte.

Betrachten wir nun die Ursachen, welchen überhaupt der Transport erratischer Blöcke zugeschrieben werden kann. Die Gletscher bringen jährlich bei ihrer Bewegung zahlreiche Felstrümmer der Hochregionen in die Tiefe herab. Bedenkt man die Oscillationen, welche diese Eismassen, deren interessante physikalische Erscheinungen zuerst von Charpentier, Agassiz und Forbes specieller untersucht wurden, häufig noch in historischen Zeiten gezeigt haben, so wird es nicht unwahrscheinlich, dass dieselben auch früher bei etwas veränderten climatischen Verhältnissen, grösseren Wassermassen in der Nähe der Alpen, oder bei vermehrten atmosphärischen Niederschlägen, manchen nicht unbeträchtlichen Schwankungen ihrer Ausdehnung unterworfen sein konnten, wodurch der Transport der Felstrümmer aus den centralen Theilen des Gebirges thalabwärts nicht selten erleichtert werden mochte. Jedoch liegen, wie es scheint, keine direkten sicheren Beweise vor, welche erlauben würden, das so allgemein verbreitete Phänomen der erratischen Blöcke von der Existenz ehemaliger, sehr ausgedehnter Gletscher abhängig zu machen.

Man sieht dagegen noch jetzt, dass bei sehr bedeutenden Anschwellungen des Wassers in den Hochalpenthälern, besonders bei der plötzlichen Entleerung von Gletscherseen, Felsblöcke von überraschenden Dimensionen thalabwärts gefördert werden. Gesellen sich hierzu mächtige Schlammströme, in welchen die grossen Blöcke mit Sand und Schlamm umwickelt sind, so werden auch ihre Ecken und Kanten nur sehr wenig abgerundet. Aehnliche Vorgänge in grossartigem Maassstabe konnten auch häufig in früherer Zeit die Verbreitung der erratischen Blöcke be-

wirken, wie Leopold von Buch und Elie de Beaumont*) vielfach nachgewiesen haben.

Sehr wichtig für den Transport erratischer Felsblöcke sind ferner Eismassen, welche auf der Oberfläche von Meeren oder in grossen Flüssen schwimmend, die Gesteintrümmer unversehrt in weite Ferne tragen können. Noch jetzt wandern zuweilen auf diese Weise an den Küsten der nordischen Meere Felsblöcke von einem Punkte zum anderen; und die schönen Granitblöcke, welche in so grosser Anzahl die norddeutsche Ebene bis an den Rand des Harzes und bis an die Schlesischen Gebirge bedecken, kamen wohl ebenfalls auf mächtigen Eisschollen von der skandinavischen Halbinsel herüber.

Die angeführten Erscheinungen sind nicht nur auf Europa beschränkt, selbst in fernen Welttheilen, am Fusse des riesigen Himalaya, ebenso wie in Amerika sind Wanderblöcke bereits nachgewiesen worden.

Wenn ich es gewagt habe, in so gedrängter Weise die geologischen Verhältnisse der Alpen zu besprechen, konnte ich nur die hauptsächlichsten Facta, ohne deren speciellere Begründung anführen.

Ich hoffte, dass auch die wenigen Beispiele, welche mir zu berühren vergönnt war, dazu dienen dürften, Sie auf die interessanten Resultate aufmerksam zu machen, welche die Geologie, obgleich eine der jüngsten unter den Naturwissenschaften, bereits festgestellt hat.

Unsere Betrachtungen haben uns heute gezeigt, wie gross die Veränderungen waren, welche die Erdoberfläche in verschiedenen geologischen Perioden erlitten hat. Wir sahen ferner, dass die sedimentären Ablagerungen zahlreiche Reste von Thieren und Pflanzen früherer Epochen enthalten, welche

*) Vergl. Élie de Beaumont's ausführliche Zusammenstellung in: Note rélative à l'une des causes présumables des phénomènes erratiques. Bulletin de la soc. géolog. de France. 2de sér. T. IV. 1847. Pag. 1334.

durch ihre regelmässige Aufeinanderfolge die wichtigsten Hülfsmittel zur Vergleichung der Gesteine entfernter Weltgegenden bieten. Und endlich gewannen wir die Ueberzeugung, dass die Schichten aus ihrer früheren horizontalen Lage gewaltsam entfernt wurden; sie sind zugleich mit mannigfach veränderten crystallinischen Schiefern und mit Granitmassen zu den verschiedenartigsten Bergketten, Kämmen und Gipfeln emporgerichtet; so dass die Alpen gegenwärtig die grossartigsten Denksteine früherer Entwickelungs-Perioden in der Geschichte unserer Erde bilden.

NOTEN.

1) Es sei mir gestattet für diejenigen, welche vielleicht etwas näher diesen Gegenstand verfolgen sollten, wenige Notizen über die wichtigste Literatur anzufügen.

Für die Schweiz ist vor allem zu erwähnen: BERNHARD STUDER, Geologie der Schweiz Bd. I. 1851 nebst einer Uebersichtskarte des Alpengebietes. Es schliesst sich an dieses Werk die ausführliche geognostische Karte der Schweiz an, welche STUDER in Gemeinschaft mit ARNOLD ESCHER VON DER LINTH nächstens publiciren wird. Ferner: STUDER, Geologie der westlichen Schweizer Alpen 1834, und Monographie der Molasse 1825; STUDER und ARNOLD ESCHER VON DER LINTH Beschreibung von Mittelbündten; und der Gebirgsmasse von Davos; in den Denkschriften der Schweizer naturforschenden Gesellschaft. Die Abhandlung MURCHISON's: On the geological structure of the Alps, Carpathians and Apennines; Quarterly Journal of the London geological Society. Vol. V. 1849.; auch deutsch von G. LEONHARD, enthält ausser seinen speciellen Beobachtungen eine sehr übersichtliche und wichtige Vergleichung der verschiedenen Formationen und der allgemeinen Structur der Alpen. Man sehe auch MURCHISON und SEDGWICK: On the geological structure of the Eastern Alps; Transactions of the geological Society Vol. III.

Die geognostische Zusammensetzung der westlichen, (französischen) Alpen wurde von ÉLIE DE BEAUMONT auf der schönen geologischen Karte Frankreichs von BEAUMONT und DUFRÉNOY Blatt 4 und 6 ausführlich dargestellt und in mehreren Abhandlungen (Mémoires pour servir à une description géologique de la France; und in den Annales des sciences naturelles) erläutert; es haben sich hieran später die Beobachtungen von GRAS, D'ORBIGNY, EWALD u. s. w. angereiht.

Karten und Beschreibungen der sardinischen Alpentheile sind von A. SISMONDA in den Memorie dell'Academia di Torino gegeben.

Unter den wichtigen Untersuchungen Leopold von Buch's in den verschiedensten Theilen der Alpen darf ich besonders jene über das südliche Tyrol erwähnen. Briefe über das südliche Tyrol 1824 mit Atlas; ferner: über die Lagerung von Melaphyr und Granit in den Alpen von Mailand; und über einige geognostische Erscheinungen in der Umgebung des Luganersees. Abhandlungen der Akademie zu Berlin für 1827. — Alex. de Humboldt lettre à Mr. de Buch sur les environs de Predazzo. Ann. de Chimie et de Physique Vol. 23 und Leonhard's Mineral. Taschenbuch 1824; es folgten ihnen die Arbeiten von Klipstein, Fuchs, Emmerich, Brunner und Anderen.

Von ganz Tyrol und Vorarlberg wurde soeben von dem geognostisch-montanistischen Vereine eine sehr schön ausgeführte geognostische Karte in mehreren Blättern publicirt.

Für Bayern siehe: Schafhäutl, geognostische Untersuchungen des Südbayerischen Alpengebirges 1851.

Die österreichischen Alpenprovinzen im allgemeinen sind dargestellt in Haidinger's geologischer Uebersichtskarte der österreichischen Monarchie nebst Erläuterungen 1849; die nordöstlichen Theile derselben in von Morlot's Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte der nordöstlichen Alpen, 1847. Durch die Thätigkeit der geologischen Reichsanstalt zu Wien werden gegenwärtig sehr schöne, detaillirte Karten vorbereitet.

2) In der folgenden Liste suchte ich die Höhe einiger der wichtigsten Erhebungen der Alpen nach den zuverlässigsten Bestimmungen zu vereinigen. Ich darf dabei wohl erinnern, dass die Bedeutung eines Berges in einem bestimmten Gebirge nicht nur durch seine absolute Höhe, sondern vorzüglich durch sein Verhältniss zu der Umgebung bedingt wird. In den höchsten Theilen der Alpen sind häufig Gipfel von 10000 und 11000 Fuss nur von untergeordnetem Einfluss auf die Configuration des Gebirges, während in den niedrigeren Gruppen schon Erhebungen von 7000 bis 9000 Fuss bisweilen als hervorragende Centra auftreten können.

Name des Berges.	Höhe. Meter.	Höhe. Pariser Fuss.	Bemerkungen.
Mont Blanc.	4810,5	14808,9	Mittel, berechnet von DELCROS nach sämmtlichen trigonometrischen und barometrischen Messungen im Annuaire météorologique de la France 1851.
Monte Rosa.	4639,6	14283	Mittel der trigonometrischen Beobachtungen nach DELCROS.
	4640,0	14284	Nach den barometrischen Messungen von A. und H. SCHLAGINTWEIT.
Finster - Aarhorn.	4275,1	13159	ESCHMANN's Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz 1840.
Jungfrau.	4166,9	12827,6	ESCHMANN.
		12872	TRALLES, in VON WELDEN der Monte Rosa 1824.
GrandPelvoux, in der granitischen Centralmasse der Oisans im Dauphiné; der höchste Punkt Frankreichs.	4097	12612	VON WELDEN am angeführten Orte.
	4105,1		Nach einer trignometrischen Messung von DURAND und LECLERC.
Schreckhorn, östliche Spitze.	4082,5	12566	ESCHMANN.
		12560	TRALLES.
Mont Iseran in Savoyen.	4046	12456	VON WELDEN.
Mönch.	3976,1	12240	ESCHMANN.
Grossglockner.	3949,5	12158	Nach barometrischen Beobachtungen v. A. u. H. SCHLAGINTWEIT, Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen 1850.

Name des Berges.	Höhe. Meter.	Höhe. Pariser Fuss.	Bemerkungen.
Ortles.	3917	12059	von Welden.
		12020	Trigonometrisch bestimmte Höhen von Oesterreich, zusammengestellt von Baumgartner 1832.
Weisskugel, in der Oetzthaler Gruppe.	3846	11840	Baumgartner; und Fallon Hypsometrie von Oesterreich.
Monte Viso.	3836	11809	Coraboeuf.
		11808	Plana.
Wetterhorn.	3707,2	11412,4	Eschmann.
		11453	Tralles.
Monte delle Disgrazie, Berninakette im Veltelin.	3676	11316	von Welden.
Tödi.	3622,7	11152,3	Eschmann.
Titlis (Signal).	3234,7	9957,8	Eschmann.
Zugspitze, der höchste Punkt in den Bayerischen Kalkalpen.	2946	9069	Trigonometrisch durch den bayerischen Generalstab.
Terglou, Julische Alpen.	2848	8766	Baumgartner.
Pilatus (Tomlishorn).	2132,6	6565,1	Eschmann.
Schneeberg, in d. östlich. Alpen.	2069	6370	Baumgartner.
Rigi-Kulm.	1800	5541,2	Eschmann.

Die in der Tabelle angeführte barometrische Bestimmung des Monte Rosa wurde von meinem Bruder und von mir am 22. August 1851 angestellt. Die Berechnung der beiden Ablesungen auf dem Gipfel um 12 Uhr 20 Min. und 1 Uhr nach den 6 Stationen: Bern, Genf, St. Bernhard, Aosta, Mailand und Turin ergab im

Mittel die angeführte Höhe, deren detaillirte Berechnung wir später publiciren werden. Ich darf mir vielleicht erlauben zu erwähnen, dass dieses die erste barometrische Messung des Gipfels ist. Herr Zumstein, welcher zuerst mit unermüdlichem Fleisse die orographischen und hypsometrischen Verhältnisse der Monte-Rosa-Gruppe kennen lehrte (vgl. von Welden der Monte Rosa nebst den Reisen von Zumstein 1824) hat von der Südseite aus mehreremale die der höchsten Spitze zunächst folgende Zumsteinspitze bestiegen.

Indem wir von Zermatt, im Wallis, ausgingen, war es uns sehr vortheilhaft der Richtung folgen zu können, welche bereits die Herren Ulrich und Gottlieb Studer bei ihrer zweimal mit so viel Beharrlichkeit unternommenen Besteigung eingeschlagen hatten. (Vergl. Ulrich „die Seitenthäler des Wallis und der Monte Rosa" 1850; eine Erläuterung zu G. Studer's trefflichen topographischen „Karte der südlichen Wallisthäler".) Diese Herren erreichten mit ihren Instrumenten einen kleinen Schneesattel bei 13938 Fuss, neben dem sich der Gipfel in der Form eines steilen Felsenkammes erhebt.

Auf der Höhe des Kammes angelangt, bemerkten wir, dass derselbe in geringer Entfernung von unserem Standpunkte noch ein wenig anstieg. Ein Paar kleine Einzahnungen des Kammes und die allgemeine Steilheit der Felsen verhinderten uns bis dorthin vorzugehen. Wir bestimmten diese geringe Höhendifferenz *schon auf dem Gipfel* und später nochmals mit einem kleinen *Winkelinstrumente* von dem erwähnten Sattel aus; wir fanden sie *übereinstimmend* 22 Fuss, eine Correction, die bei der mitgetheilten Höhe bereits angebracht ist.

3) Die wenigen im Texte angeführten Zahlen für die Neigungsverhältnisse der Abhänge und Gipfel sind Mittelwerthe aus den Beobachtungen, welche ich in verschiedenen Theilen der Alpen zu sammeln suchte. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass nur durch eine sorgfältige Auswahl jener Abdachung, welche man als den Ausdruck der mittleren Neigung eines Berges betrachten kann, vergleichbare Angaben erhalten werden. Die flachen Winkel der Bergabhänge zu beiden Seiten der Thäler in den Alpen hat bereits Élie de Beaumont hervorgehoben. (Soc. Philomathique 1843. 29. Juli und 26. August.)

Erläuterung der Tafel.

In Figur 1, dem Profile des Möllthales, ist der Höhenmassstab 6 mal grösser als der Längenmassstab. Die Richtung des Durchschnittes ist von Südosten nach Nordwesten.

Fig. 2, Durchschnitt der Gebirge an dem rechten Ufer des Vierwaldstätter Sees, ist MURCHISON's Abhandlung (Quarterly Journal of the geolog. Society 1849. S. 195) entlehnt. Es könnten wohl, wie auch MURCHISON andeutet, in den oberen Theilen der als Neocomien angegebenen grossen Kalkmassen noch Ablagerungen der mittleren und oberen Kreide vorkommen; da dieselben nicht speciell untersucht und abgegrenzt wurden, so glaubte ich der Uebersichtlichkeit wegen die ganzen Flächen mit derselben Farbe bezeichnen zu dürfen.

Die so merkwürdigen Biegungen und Unregelmässigkeiten dieses Gebietes wurden sehr sorgfältig von LUSSER und neuerdings vorzüglich von Professor CARL BRUNNER VON WATTENWYL untersucht.

Fig. 3. Profil der Mont Blanc-Gruppe. Ich habe mich hier grossentheils der zuerst von STUDER mit Benützung der Beobachtungen von SAUSSURE, FAVRE und FORBES gegebenen Zeichnung angeschlossen. Die Richtung des Durchschnittes ist von Südosten nach Nordwesten.

Fig. 4. Profil des Monte Rosa. Um die allgemeine Structur des Gebirgsstockes darzustellen, konnte der Durchschnitt nicht genau auf derselben Linie fortgeführt werden.

Von dem Gipfel sollte sich derselbe in das tiefe Thal von Macugnaga herabsenken; um jedoch die regelmässige Folge der Lagerung nicht zu unterbrechen, wurde das Profil über die letzte Spitze des Monte Rosa, die Vincentpyramide fortgesetzt. Hier schliessen sich nämlich in einem ununterbrochenen Gebirgskamme die Schiefer und Serpentine der piemontesischen Alpen unmittelbar an die centrale Gneissmasse an; ich hatte Gelegenheit bei einem vierzehntägigen Aufenthalte auf einer kleinen verlassenen Erzhütte, (der Vincenthütte 9737′) diese Lagerungsverhältnisse an verschiedenen Punkten zu beobachten.

Druck von Gebr. Unger in Berlin.

BA